

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月24日  
Date of Application:


出願番号 特願2003-015533  
Application Number:  
[ST. 10/C] : [JP2003-015533]

出願人 日東電工株式会社  
Applicant(s):

2003年10月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康春



【書類名】 特許願  
【整理番号】 103001  
【提出日】 平成15年 1月24日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 6/13  
【発明者】  
【住所又は居所】 京都府宇治市楓島町本屋敷40-1 グリーンタウン楓島  
10-201  
【氏名】 尾江 邦重  
【発明者】  
【住所又は居所】 京都府京都市伏見区深草池ノ内町官有地藤森合同宿舎1  
136  
【氏名】 山下 兼一  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社  
内  
【氏名】 宗 和範  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社  
内  
【氏名】 望月 周  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社  
内  
【氏名】 内藤 龍介  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003964  
【氏名又は名称】 日東電工株式会社  
【代表者】 竹本 正道

## 【代理人】

【識別番号】 100103517

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 岡本 寛之

【電話番号】 06-4706-1366

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045702

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

## 【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路の製造方法および光デバイスの接続構造

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の光デバイスの間を光接続するための光導波路の製造方法であって、

複数の前記光デバイスの間に、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂が含有されている光接続用組成物を介在させる工程と、

1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の構造変化を生じさせ得る波長の光によって、複数の前記光デバイスの間に、光接続用組成物を介する光路を形成する工程と

光接続用組成物から1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する工程とを備えていることを特徴とする、光導波路の製造方法。

【請求項2】 前記樹脂が、ポリアミド酸、ポリイミドおよびポリアミドイミドからなる群から選ばれる少なくとも1種であることを特徴とする、請求項1に記載の光導波路の製造方法。

【請求項3】 前記樹脂100重量部に対して、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が0.1～30重量部の割合で含有されていることを特徴とする、請求項1または2に記載の光導波路の製造方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の光導波路の製造方法によって形成されている光導波路により、複数の前記光デバイスが接続されていることを特徴とする、光デバイスの接続構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光導波路の製造方法および光デバイスの接続構造に関し、詳しくは、複数の光デバイスの間を光接続するための光導波路の製造方法、および、その光導波路によって接続されている光デバイスの接続構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

複数の光デバイスの間を光接続する方法として、例えば、複数個の光デバイスの間の全部または一部に、光屈折率材料を配置し、この光屈折率材料に1個または複数個の光デバイスからその屈折率が変化する波長の光を照射するか、複数個の光デバイスの間の全部または一部に、感光材料を配置し、この感光材料に1個または複数個の光デバイスからその屈折率が変化するとともに材料が不溶化する波長の光を照射し、セルフフォーカス効果を利用して、導波路もしくは光結合を自己形成して、光デバイスの間を光結合する方法が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0003】

##### 【特許文献1】

特開平8-320422号公報

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかるに、特許文献1に記載される方法において、光屈折率材料を用いて導波路もしくは光結合を自己形成するには、光屈折率材料の光照射部の屈折率を光非照射部の屈折率よりも高くする必要があり、そのためには、高屈折率もしくは低屈折率モノマー、増感剤、重合開始剤などの種類や配合割合の適切な選定が要求され、処方の選定に非常に煩雑な手間がかかるという不具合がある。

#### 【0004】

また、感光材料を用いて導波路もしくは光結合を自己形成するには、感光材料を局部的に不溶化させた後、現像する必要があり、現像のための制約や工数がかかり、やはり非常に煩雑な手間がかかるという不具合がある。

#### 【0005】

本発明は、このような不具合に鑑みなされたもので、その目的とするところは、簡易な処方により少ない工数で、複数の光デバイスの間を接続することのできる光導波路の製造方法、および、その光導波路によって接続されている光デバイスの接続構造に関する。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、複数の光デバイスの間を光接続するた

めの光導波路の製造方法であって、複数の前記光デバイスの間に、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂が含有されている光接続用組成物を介在させる工程と、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の構造変化を生じさせ得る波長の光によって、複数の前記光デバイスの間に、光接続用組成物を介する光路を形成する工程と、光接続用組成物から1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する工程とを備えていることを特徴としている。

#### 【0007】

また、本発明の光導波路の製造方法では、前記樹脂が、ポリアミド酸、ポリイミドおよびポリアミドイミドからなる群から選ばれる少なくとも1種であることが好ましい。

#### 【0008】

また、本発明の光導波路の製造方法では、前記樹脂100重量部に対して、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が0.1～30重量部の割合で含有されていることが好ましい。

#### 【0009】

また、本発明は、上記した本発明の光導波路の製造方法によって形成されている光導波路により、複数の前記光デバイスが接続されている、光デバイスの接続構造を含んでいる。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の光導波路の製造方法では、まず、第1工程として、複数の光デバイスの間に、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂が含有されている光接続用組成物を介在させる。

#### 【0011】

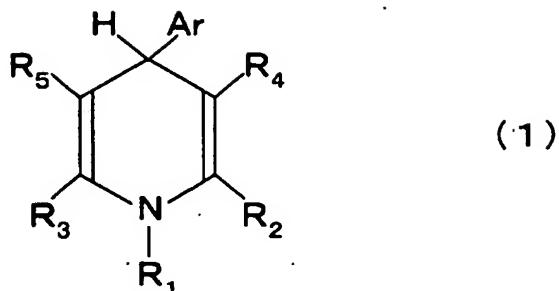
この第1工程においては、まず、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂が含有されている光接続用組成物を調製する。

#### 【0012】

本発明において、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体は、例えば、下記一般式(1)で示される。

【0013】

【化1】



(式中、Arは、1,4-ジヒドロピリジン環への結合位置に対してオルソ位にニトロ基を有する芳香族基を示し、R1は、-H、-CH<sub>3</sub>、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-CF<sub>3</sub>、-(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CF<sub>3</sub>、-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>、-CH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>、-OH、-OCH<sub>3</sub>、-O(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-OCF<sub>3</sub>、-O(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CF<sub>3</sub>、-OC<sub>6</sub>H<sub>5</sub>、-O(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>、-COOH、-COOCH<sub>3</sub>、-COO(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-COCH<sub>3</sub>、-CO(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>OH、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>COOH、-NO<sub>x</sub>、-F、-Cl、-Brまたは-Iを示し、R2およびR3は、同一または相異なって、-H、-CH<sub>3</sub>、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-CF<sub>3</sub>、-(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CF<sub>3</sub>、-OH、-OCH<sub>3</sub>、-O(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-OCF<sub>3</sub>、-O(CF<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CF<sub>3</sub>、-COOCH<sub>3</sub>、-COO(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-COCH<sub>3</sub>、-CO(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>OH、-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>COOH、-NO<sub>x</sub>、-F、-Cl、-Brまたは-Iを示し、R4およびR5は、同一または相異なって、-H、-CN、-COOR<sub>2</sub>、-COR<sub>2</sub>または-COONHR<sub>2</sub>を示し、nは、1~4の整数を示し、R<sub>2</sub>は、水素原子または炭素数1~6のアルキル基を示す。)

上記一般式(1)中、Arで示される1,4-ジヒドロピリジン環への結合位置に対してオルソ位にニトロ基を有する芳香族基として、好ましくは、2-ニトロフェニル基が挙げられる。また、R1として、好ましくは、-H、-CH<sub>3</sub>、または-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>CH<sub>3</sub>(nは、1~4の整数を示す。)が挙げられる。また、R2およびR3として、好ましくは、-H、-CH<sub>3</sub>または-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>

CH<sub>3</sub> (nは、1～4の整数を示す。) が挙げられる。また、R<sub>4</sub>およびR<sub>5</sub>として、好ましくは、-COOR<sub>2</sub>、-COR<sub>2</sub> (R<sub>2</sub>は、水素原子または炭素数1～6のアルキル基を示す。) が挙げられる。

#### 【0014】

このような1, 4-ジヒドロピリジン誘導体は、より具体例には、例えば、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン、1-メチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン、1-プロピル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン、1-プロピル-3, 5-ジエトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン(ニフェジピン)、2, 6-ジメチル-3, 5-ジアセチル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン(アセチル体)が挙げられる。

#### 【0015】

これら1, 4-ジヒドロピリジン誘導体は、単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。また、これら1, 4-ジヒドロピリジン誘導体のなかでは、コスト、および、C-H結合の伸縮振動に起因する近赤外領域(光デバイスの通信波長として有用)の光吸収が少ないもの、例えば、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンなどが好ましく用いられる。

#### 【0016】

なお、このような1, 4-ジヒドロピリジン誘導体は、例えば、置換ベンズアルデヒドとその2倍モル量のアルキルプロピオレート(プロパルギル酸アルキルエステル)と相当する第1級アミンとを、冰酢酸中で還流下に反応させることにより、得ることができる(Khim. Geterotsikl. Soed., p. 1067-1071, 1982)。

#### 【0017】

また、本発明において、樹脂は、上記した1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を

均一に溶解または分散できるマトリックスとなるものであれば、特に制限されないが、例えば、ポリアミド酸、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリカーボネート、メタクリレート系樹脂（例えば、ポリメチルメタクリレートなど）、ポリエスチル系樹脂（例えば、ポリエチレンテレフタレートなど）、ポリエーテルスルホン（ポリエーテルサルホン）、ポリノルボルネン、エポキシ系樹脂、ポリアリール、ポリカルボジイミド、ポリエーテルイミド、ポリエステルイミド、スチレン系樹脂（例えば、ポリスチレン、アクリロニトリルースチレン共重合体、アクリロニトリルーブタジエンースチレン共重合体など）、ポリアリーレンエーテル（例えば、ポリフェニレンエーテルなど）、ポリアリレート、ポリアセタール、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン（ポリサルホン）、ポリエーテルケトン類（例えば、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトンなど）、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、フッ素系樹脂（例えば、フッ化ビニリデン系樹脂、ヘキサフルオロプロピレン系樹脂、ヘキサフルオロアセトン系樹脂など）、ポリシラン系樹脂（例えば、ポリシランなどのポリ（アルキルシラン）、ポリ（メチルシクロヘキシルシラン）などのポリ（アルキルシクロアルキルシラン）、ポリ（メチルフェニルシラン）などのポリ（アルキルアリールシラン）、ポリ（ジフェニルシラン）などのポリ（アリールアリールシラン）など）が挙げられる。

#### 【0018】

これら樹脂のなかでは、耐熱性の観点より、ポリアミド酸、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトン類、エポキシ系樹脂、ポリカルボジイミド、フッ素系樹脂、ポリシラン系樹脂が、好ましく用いられる。

#### 【0019】

また、透明性の観点より、上記の樹脂において、ハロゲン原子（フッ素原子）が導入されているもの、例えば、フッ素化ポリアミド酸、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリアミドイミド、フッ素化エポキシ系樹脂、フッ素系樹脂が、好ましく用いられる。

#### 【0020】

また、これら樹脂において、実用的には、例えば、ポリアミド酸（フッ素化ポリアミド酸を含む）、ポリイミド（フッ素化ポリイミドを含む）、ポリアミドイミド（フッ素化ポリアミドイミドを含む）が用いられる。

#### 【0021】

上記の樹脂において、ポリアミド酸は、例えば、有機テトラカルボン酸二無水物と、ジアミンとを反応させることによって得ることができる。

#### 【0022】

有機テトラカルボン酸二無水物としては、例えば、ピロメリット酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 2-ビス（2, 3-ジカルボキシフェニル）プロパン二無水物、2, 2-ビス（3, 4-ジカルボキシフェニル）プロパン二無水物、3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、ビス（3, 4-ジカルボキシフェニル）エーテル二無水物、ビス（3, 4-ジカルボキシフェニル）スルホン酸二無水物などが挙げられる。また、例えば、2, 2-ビス（2, 3-ジカルボキシフェニル）ヘキサフルオロプロパン二無水物、2, 2-ビス（3, 4-ジカルボキシフェニル）ヘキサフルオロプロパン二無水物、4, 4-ビス（3, 4-ジカルボキシトリフルオロフェノキシ）テトラフルオロベンゼン二無水物、1, 4-ビス（3, 4-ジカルボキシトリフルオロフェノキシ）テトラフルオロベンゼン二無水物、（トリフルオロメチル）ピロメリット酸二無水物、ジ（トリフルオロメチル）ピロメリット酸二無水物、ジ（ヘプタフルオロプロピル）ピロメリット酸二無水物などのハロゲン置換（フッ素置換）テトラカルボン酸二無水物なども挙げられる。

#### 【0023】

これら有機テトラカルボン酸二無水物は、単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。また、これら有機テトラカルボン酸二無水物のなかでは、ハロゲン置換テトラカルボン酸二無水物が好ましく用いられる。

#### 【0024】

また、ジアミンとしては、例えば、m-フェニレンジアミン、p-フェニレンジアミン、3, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、3, 3'-ジアミノジフェ

ニルスルホン、2, 2-ビス(4-アミノフェノキシフェニル)プロパン、1, 3-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、1, 4-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、2, 4-ジアミノトルエン、2, 6-ジアミノトルエン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノ-2, 2'-ジメチルビフェニルなどが挙げられる。また、例えば、2, 2'-ビス(トリフルオロメトキシ)-4, 4'-ジアミノビフェニル(TFMOB)、3, 3'-ジアミノ-5, 5'-ビス(トリフルオロメチル)ビフェニル、2, 2-ビス(4-(4-アミノフェノキシ)フェニル)ヘキサフルオロプロパン(BAAF)、2, 2-ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロプロパン(HFBAPP)、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニル(TFMB)、2, 2-ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン(BIS-AP-AF)、2, 2-ビス(3-アミノ-4-メチルフェニル)ヘキサフルオロプロパン(BIS-AT-AF)、2, 2'-ジフルオロベンジジン(FBZ)、4, 4'-ビス(アミノオクタフルオロ)ビフェニル、3, 5-ジアミノベンゾトリフルオライド、1, 3-ジアミノ-2, 4, 5, 6-テトラフルオロベンゼンなどのハロゲン置換(フッ素置換)ジアミンなども挙げられる。

### 【0025】

これらジアミンは、単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。また、これらジアミンのなかでは、ハロゲン置換ジアミンが好ましく用いられる。

### 【0026】

そして、ポリアミド酸は、有機テトラカルボン酸二無水物およびジアミンを、常法に従って反応させることにより、得ることができる。すなわち、例えば、有機テトラカルボン酸二無水物とジアミンとを、ほぼ等モルとなる割合で、不活性ガス雰囲気下、反応溶媒中において、250℃以下の温度、好ましくは、室温(25℃)~80℃の範囲で、5~20時間程度攪拌することによって、ポリアミド酸を粘性のある溶液として得ることができる。

### 【0027】

反応溶媒としては、有機テトラカルボン酸二無水物およびジアミンを溶解させ

るとともに、得られるポリアミド酸を溶解し得るものであれば、特に制限されないが、例えば、N-メチル-2-ピロリドン、N, N-ジメチルアセトアミド、N, N-ジエチルアセトアミド、ジメチルスルホキシドなどの極性溶媒が挙げられる。これら極性溶媒は、単独で、または、2種以上の混合溶媒として用いることもできる。また、これら極性溶媒のなかでは、耐熱分解性が良好で透明性に優れるN, N-ジメチルアセトアミドが好ましく用いられる。

#### 【0028】

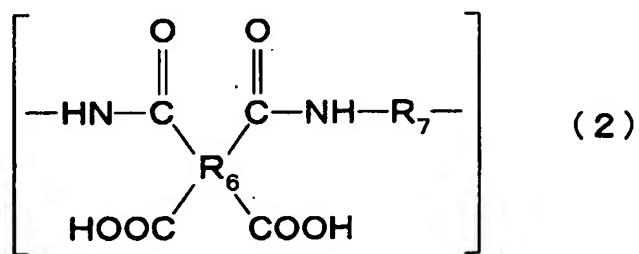
このようにして得られるポリアミド酸は、例えば、その重量平均分子量が、5000~500000程度、好ましくは、10000~150000程度であって、反応溶媒中に、例えば、1~50重量%、好ましくは、5~30重量%の割合（固体分濃度）の溶液として調製される。

#### 【0029】

そして、このようにして得られるポリアミド酸のなかでは、例えば、下記一般式（2）で示される繰り返し単位を有するポリアミド酸が、低屈折率性を示し、後述する光導波路の形成において、コアとクラッドとの屈折率差を容易に調整することができるため、好ましく用いられる。

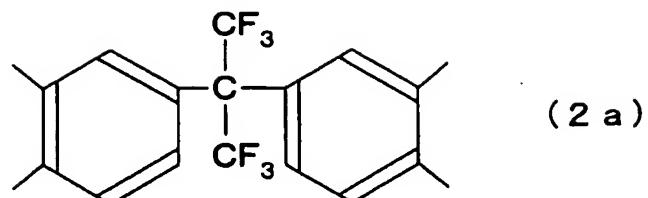
#### 【0030】

#### 【化2】

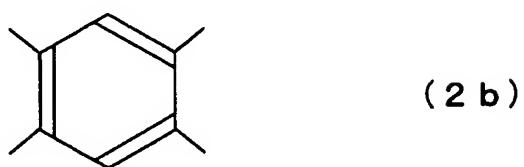


（式中、R<sub>6</sub>は、次式（2a）、（2b）、（2c）または（2d）から選択されるいずれかの4価の有機基を示し、R<sub>7</sub>は、次式（2e）、（2f）、（2g）または（2h）から選択されるいずれかの2価の有機基を示す。）

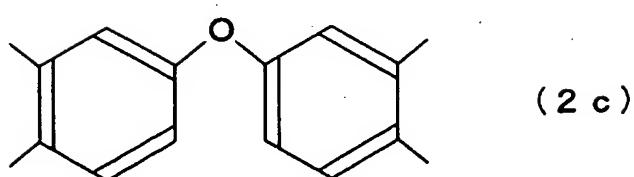
【化3】



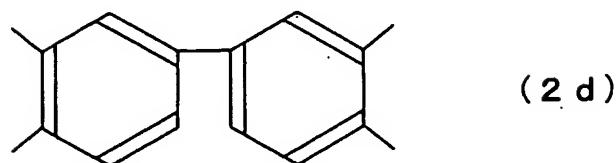
(2a)



(2b)

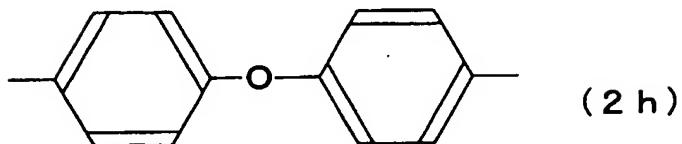
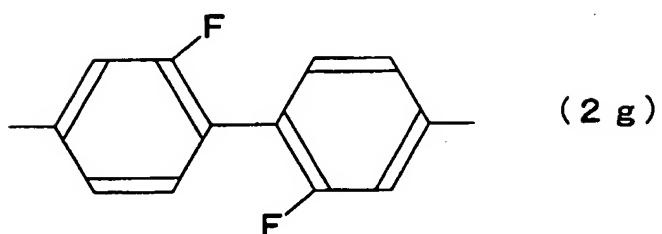
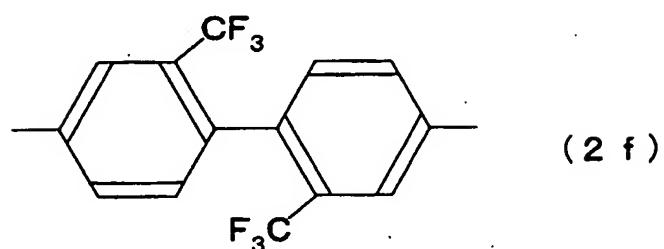
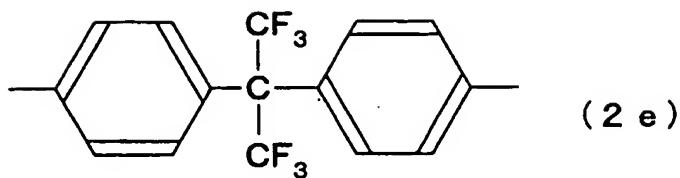


(2c)



(2d)

【化4】



また、このようにして得られるポリアミド酸は、上記したように、ハロゲン置換（フッ素置換）テトラカルボン酸二無水物やハロゲン置換（フッ素置換）ジアミンなどを用いて、分子中にハロゲン原子（フッ素原子）が導入されている場合には、ポリアミド酸の透明性が向上し、その結果、ポリアミド酸に対する1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の配合割合を低減することができ、さらには、光照射量を低減しても、その光に対する十分な感度で、光照射後に十分な屈折率差のコ

ントラストを得ることができる。

#### 【0031】

また、上記の樹脂において、ポリイミドは、例えば、上記したポリアミド酸を、常法に従ってイミド化させることによって得ることができ、また、ポリアミドイミドは、例えば、上記したポリアミド酸を、常法に従って部分的にイミド化させることによって得ることができる。なお、このようなポリイミドやポリアミドイミドにおいても、分子中にハロゲン原子（フッ素原子）が導入されている場合には、上記と同様に、ポリイミドやポリアミドイミドに対する1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の配合割合を低減することができ、さらには、光照射量を低減しても、その光に対する十分な感度で、光照射後に十分な屈折率差のコントラストを得ることができる。

#### 【0032】

そして、光接続用組成物は、上記した1, 4-ジヒドロピリジン誘導体と樹脂とを配合することにより、調製することができる。樹脂に対する1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の配合割合は、例えば、樹脂100重量部に対して、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が0.1～30重量部、好ましくは、1～5重量部である。1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の配合割合が、これに満たないと、光接続用組成物に光照射しても、光照射部と光非照射部とで光導波路を形成するための屈折率差を得ることができない場合があり、また、これを超えると、近赤外領域において光の吸収が増加する場合がある。

#### 【0033】

1, 4-ジヒドロピリジン誘導体と樹脂との配合は、特に制限されないが、例えば、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂を溶解する有機溶媒中に、これらを加えて混合攪拌すればよい。例えば、上記したポリアミド酸のように、予め溶液として調製されている樹脂を用いる場合には、その樹脂の溶液に、上記した割合で1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を加えて混合すればよい。

#### 【0034】

なお、このようにして光接続用組成物を溶液として調製する場合には、その粘度を、例えば、2～50Pa·s、好ましくは、5～20Pa·s程度に調整す

ることが好ましい。

#### 【0035】

そして、第1工程では、このようにして調製される光接続用組成物を、複数の光デバイスの間に介在させる。

#### 【0036】

本発明において、光デバイスは、特に制限されないが、互いに同一または相異なって、例えば、光ファイバ（シングルモード用光ファイバ、マルチモード用光ファイバを含む。）、光導波路、レーザダイオードなどの発光素子、フォトダイオードなどの受光素子などが挙げられる。

#### 【0037】

また、複数の光デバイスの間に光接続用組成物を介在させるには、特に制限されないが、例えば、図1（a）に示すように、まず、互いに接続すべき第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4とを、光路方向に所定の間隔を隔てて対向配置させ、次いで、図1（b）に示すように、これら第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4との間に、光接続用組成物5を配置する。

#### 【0038】

なお、図1において、第1光デバイス1および第2光デバイス3は、光ファイバとして例示されており、第1光デバイス1は、屈折率の高い円柱状のコア1aと、そのコア1aを周方向において被覆する屈折率の低い円筒状のクラッド1bとによって形成されており、光出入射端2は、コア1aの入射端または出射端として示されている。また、第2光デバイス3も、第1光デバイス1と同様に、屈折率の高い円柱状のコア3aと、そのコア3aを周方向において被覆する屈折率の低い円筒状のクラッド3bとによって形成されており、光出入射端4は、コア3aの入射端または出射端として示されている。

#### 【0039】

第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4とを光路方向に対向配置させるためのアライメントは、実際に光を導波させるアクティブアライメント法を用いることもできるが、コストの観点より、画像処理によって

アライメントする方法や、光デバイスが光ファイバなどである場合には、V溝基板を用いてアライメントする方法などが、好ましく用いられる。

#### 【0040】

例えば、V溝基板を用いてアライメントする場合には、図2 (a) に示すように、まず、互いに光路方向に沿って配置される第1光デバイス1および第2光デバイス3の配置方向（長手方向）に沿って、略V字状の溝7が形成されている合成石英などからなるV溝基板6を用意して、次いで、図2 (b) に示すように、このV溝基板6の溝7内に、第1光デバイス1と第2光デバイス3とを、所定の間隔を隔てて対向配置すればよい。このようにV溝基板6を用いてアライメントすれば、簡易な構成によって、確実なアライメントを実現することができる。

#### 【0041】

また、互いに対向する第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4との間の距離は、例えば、第1光デバイス1の光出入射端2および第2光デバイス3の光出入射端4のうちのいずれか一方から出射された光が、光接続用組成物5中を通過して他方に入射される距離であれば、特に制限されないが、例えば、30mm以下、好ましくは、1mm以下、さらに好ましくは、100μm以下である。30mmを超えると、光接続用組成物5中を通過する光の損失が大きく、一方から出射された光が他方に十分に入射されない場合がある。

#### 【0042】

また、第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4との間に、光接続用組成物5を配置するには、特に制限されず、例えば、光接続用組成物5が固体として調製されている場合には、その間の隙間に充填すればよく、また、上記したように、溶液として調製されている場合には、その間の隙間にその溶液を滴下すればよい。いずれの場合においても、光の損失を低減するために、第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4との間が隙間なく埋まるように配置することが好ましい。

#### 【0043】

なお、図2 (c) には、V溝基板6の溝7内に配置された第1光デバイス1の光出入射端2と第2光デバイス3の光出入射端4との間の隙間に、溶液として調

製された光接続用組成物5を滴下した状態が、参考として示されている。

#### 【0044】

次いで、本発明の光導波路の製造方法では、第2工程として、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の構造変化を生じさせ得る波長の光によって、複数の光デバイスの間に、光接続用組成物を介する光路を形成する。

#### 【0045】

第2工程において、光路を形成する光は、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の構造変化を生じさせ得る波長の光であれば、特に制限されず、例えば、種々のレーザ光が用いられる。より具体的には、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の具体的な構造により適宜決定されるが、例えば、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンや2, 6-ジメチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンなどである場合には、300~500nm付近の光を吸収して構造変化するので、この波長に相当する光を発光できるレーザ、例えば、He-CdレーザやArレーザなどを用いることができる。

#### 【0046】

また、光路を形成する光は、レーザに限らず、例えば、一般露光用の高圧水銀灯などの光を集光して用いることもできる。

#### 【0047】

そして、光路の形成は、例えば、図1(c)に示すように、上記した光を、第1光デバイス1の光入射端2a(以下、図に示す符号には、光入射端を「a」、光出射端を「b」として付記する。)に導き、第1光デバイス1内を通過させた後、第1光デバイス1の光出射端2bから出射させ、次いで、光接続用組成物5中を通過させた後、第2光デバイス3の光入射端4aから第2光デバイス3内に導き、その第2光デバイス3内を通過させた後、第2光デバイス3の光出射端4bから出射させればよい。

#### 【0048】

そうすると、図3(a)に示すように、第1光デバイス1の光出射端2bから

出射した光は、図3 (b) に示すように、光接続用組成物5中を拡散することなく伝搬して、図3 (c) に示すように、第2光デバイス3の光入射端4aに入射される。

#### 【0049】

これによって、光接続用組成物5中において、光が通過した部分、すなわち、光路8が形成された部分の1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が、その光の照射によって構造変化して、次に述べる1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する工程において、除去されにくくなる。

#### 【0050】

なお、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の光による構造変化は、具体的な構造により種々異なるが、例えば、1位および4位の水素原子が脱離して、ピリジン環がケクレ構造となる様などが例示される。

#### 【0051】

なお、図1 (c) においては、光を、第1光デバイス1の光出射端2bから光接続用組成物5を介して第2光デバイス3の光入射端4aに導いたが、光路8の形成は、これに限らず、上記と逆の光路8、すなわち、図4 (a) に示すように、光を、第2光デバイス3の光出射端4bから光接続用組成物5を介して第1光デバイス1の光入射端2aに導いてもよく、あるいは、図4 (b) に示すように、光を、第1光デバイス1の光入射端2aおよび第2光デバイス3の光入射端4aにそれぞれ導き、第1光デバイス1内および第2光デバイス3内を通過させた後、第1光デバイス1の光出射端2bおよび第2光デバイス3の光出射端4bからそれぞれ出射させた後、光接続用組成物5中で導通させてもよい。このようにして光路8を形成すれば、第1光デバイス1と第2光デバイス3との間の光路8を、より長く形成することができる。

#### 【0052】

また、上記した図1 (c) 、図4 (a) および (b) では、第1光デバイス1と第2光デバイス3とを、光路8が直線となるように、同一軸線上に配置しているが、例えば、図4 (c) に示すように、第1光デバイス1と第2光デバイス3とを、第1光デバイス1の軸線と第2光デバイス3の軸線とが所定の角度をなす

ように配置するとともに、第1光デバイス1の軸線と第2光デバイス3の軸線との交点近傍にミラー9を配置して、光接続用組成物5を、第1光デバイス1と第2光デバイス3との間において、そのミラー9を包含するように介在させた状態で、図1(c)と同様に、光を、第1光デバイス1の光出射端2bから出射させ、光接続用組成物5中において、ミラー9の反射によって光を屈曲させた後、第2光デバイス3の光入射端4aに導くことによって、光路8を屈曲状に形成してもよい。このようにして光路8を形成すれば、レイアウトなどの制約により、第1光デバイス1と第2光デバイス3との間の光路8を、直線で形成できない場合でも、第1光デバイス1と第2光デバイス3と光接続することができる。

#### 【0053】

さらには、図4(d)に示すように、第1光デバイス1、第2光デバイス3、ミラー9および光接続用組成物5を、図4(c)と同様に配置させた状態で、図4(b)と同様に、光を、第1光デバイス1の光出射端2bおよび第2光デバイス3の光出射端4bからそれぞれ出射させ、ミラー9によって互いの光を反射させることによって、光路8を屈曲状に導通させてもよい。

#### 【0054】

さらには、図示しないが、上記と同様の手法により、第3光デバイスや第4光デバイスなどを配置して、3つ以上の光デバイスの間に光路8を形成してもよい。

#### 【0055】

なお、このようにして用いられる光の照射量は、1,4-ジヒドロピリジン誘導体や樹脂の種類や配合割合、波長や第1光デバイス1と第2光デバイス3との間の距離などによって、適宜決定される。

#### 【0056】

その後、本発明の光導波路の製造方法では、第3工程として、光接続用組成物から1,4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する。

#### 【0057】

第3工程において、1,4-ジヒドロピリジン誘導体の除去は、必ずしも、光接続用組成物中の1,4-ジヒドロピリジン誘導体のすべてを除去する必要はな

- く、光接続用組成物中における光照射部と光非照射部との間において、光導波路を形成できる屈折率差が得られる程度に、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が除去されればよい。

#### 【0058】

1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去するには、特に制限されないが、例えば、抽出や加熱などが用いられる。

#### 【0059】

抽出によって1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する場合には、例えば、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を溶解する有機溶媒を抽出液とし、常法に従つて溶媒抽出すればよい。また、例えば、超臨界状態の二酸化炭素などを用いて、常法に従つて超臨界抽出することもできる。

#### 【0060】

このようにして1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去すると、光接続用組成物における光照射部の1, 4-ジヒドロピリジン誘導体、すなわち、露光され構造変化した1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が光接続用組成物中に留まる一方、光接続用組成物における光非照射部の1, 4-ジヒドロピリジン誘導体、すなわち、露光されず構造変化のない1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が光接続用組成物から抽出される。

#### 【0061】

また、加熱によって1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する場合には、例えば、150～250℃、好ましくは、170～240℃で加熱すればよい。

#### 【0062】

このようにして1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去すると、上記と同様に、露光され構造変化した1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が光接続用組成物中に留まる一方、露光されず構造変化のない1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が光接続用組成物から気散される。

#### 【0063】

そして、この第3の工程においては、光接続用組成物中における光路が形成された部分に存在する露光され構造変化した1, 4-ジヒドロピリジン誘導体が、

光接続用組成物中における光路が形成された部分以外に存在する露光されず構造変化のない1, 4-ジヒドロピリジン誘導体よりも、存在比率が高くなるので、それに起因して、光接続用組成物中における光路が形成された部分の屈折率が、光接続用組成物中における光路が形成された部分以外の屈折率よりも高くなる。そのため、図1 (d) に示すように、光接続用組成物5において、光路8が形成された部分が、より屈折率の高いコア10となり、光路8が形成された部分以外が、より屈折率の低いクラッド11となる光導波路12が形成され、この光導波路12によって、第1光デバイス1と第2光デバイス3とが光接続される。

#### 【0064】

なお、このようにして形成される光導波路12のコア10とクラッド11との間の屈折率の差は、例えば、光導波路12をシングルモードとして形成した場合に、n1をコアの屈折率とし、n2をクラッドの屈折率としたときの下記式で示される比屈折率差△として、0.2~0.5%となるように調整することが好ましい。

#### 【0065】

$$\Delta = (n_1 - n_2) / n_1 \times 100 \text{ (%)}$$

また、この第3の工程では、加熱によって1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する場合において、光接続用組成物が溶液として調製されている場合には、樹脂を溶解している有機溶媒を、例えば、80~120℃程度に加熱して、予備的に除去することが好ましい。

#### 【0066】

また、例えば、光接続用組成物の樹脂が、ポリアミド酸である場合には、加熱によりイミド化するので、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の除去と同時にイミド化させて、さらなる耐熱性を付与することもできる。なお、この場合において、上記した150~250℃の加熱によれば、ポリアミド酸が溶解している極性溶媒が気散除去され、ポリアミド酸の大部分がイミド化されて、十分な耐熱性を得ることができるが、さらに、300~400℃に加熱することによって完全にイミド化させて、より一層、耐熱性を向上させてもよい。

#### 【0067】

そして、このような本発明の光導波路の製造方法によれば、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂を配合して光接続用組成物を調製し、その光接続用組成物を複数の光デバイスの間に介在させた後、光路を形成して、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去するのみで、複数の光デバイスの間に光導波路を形成して、各光デバイスを光接続することができる。

#### 【0068】

つまり、この方法によれば、光導波路を自己形成するための処方を厳密に選定しなくとも、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を樹脂に配合して光接続用組成物を調製しさえすれば、その後に1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去するのみで、光路が形成された部分とそれ以外の部分とに、容易に屈折率差を得ることができ、簡易かつ確実に光導波路を形成することができる。その結果、必ず現像せずとも、簡易な処方により少ない工数で、複数の光デバイスの間を光導波路によって、確実に光接続することができる。そのため、この方法によって接続される本発明の光デバイスの接続構造では、低コストで、簡易かつ確実な接続構造を得ることができる。

#### 【0069】

そのため、このような本発明の光導波路の製造方法は、特に制限されることなく、種々の光デバイスを光接続するために用いることができ、形成できる光導波路として、例えば、直線光導波路、曲がり光導波路、交差光導波路などが挙げられる。

#### 【0070】

また、これらの光導波路により接続される接続構造が適用される光デバイスとして、例えば、波長フィルタ、光スイッチ、光分岐器、光合成器、光合分波器、光アンプ、波長変換器、波長分割器、光スプリッタ、方向性結合器、さらには、レーザダイオードやフォトダイオードをハイブリッド集積した光伝送モジュールなどが挙げられる。

#### 【0071】

##### 【実施例】

以下に実施例および比較例を示し、本発明をさらに具体的に説明するが、本発

明は、何ら実施例および比較例に限定されることはない。

### 【007.2】

#### 実施例 1

##### 1) 光接続用組成物の調製

窒素雰囲気下、500mL容量のセパラブルフラスコに、2, 2' -ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニル16.0g(0.05モル)と、N, N-ジメチルアセトアミド152.8gとを加え、2, 2' -ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニルをN, N-ジメチルアセトアミドに溶解させた。

### 【007.3】

次いで、この溶液に、攪拌下、2, 2-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物22.2g(0.05モル)を加え、室温で24時間攪拌して、ポリアミド酸の溶液を得た。

### 【007.4】

この溶液に、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン1.91g(ポリアミド酸(固形分)100重量部に対して5重量部)を加え、溶液として調製されるポリアミド酸の光接続用組成物を得た。

### 【007.5】

##### 2) 光ファイバ間の接続

次に、図2に示すV溝基板(V溝長さ20mm、V溝角度60°、合成石英製)を用意し、このV溝基板に、125μm径のシングルモード用ガラスファイバ(コア径9.5μm)と、マルチモード用ガラスファイバ(コア径50.0μm)とを、それらの間隔が、100μm、500μm、1000μmおよび1500μmとなるようにそれぞれ対向配置して、その間隔を埋めるように上記で得られた光接続用組成物を滴下した。

### 【007.6】

その後、100℃にて20分間予備乾燥した後、波長約490nmのレーザ光を、集光レンズを介して5分間、シングルモード用ガラスファイバから入射し、

光接続用組成物を介してマルチモード用ガラスファイバから出射するように、照射した。

#### 【0077】

レーザ照射中に、実体顕微鏡を用いて各ガラスファイバの対向部を観察したところ、シングルモード用ガラスファイバのコアの光出射端から青色の直線ビームが発光され、光接続用組成物を伝搬してマルチモード用ガラスファイバのコアの光入射端に、光が拡散することなく入射していることが確認された。

#### 【0078】

その後、180℃で10分間加熱することにより、光接続用組成物中の1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および残留溶媒の除去とともに、ポリアミド酸をイミド化した。このとき、実体顕微鏡を用いて各ガラスファイバの対向部を観察したところ、光接続用組成物中におけるレーザ光が伝搬した部分（光路が形成された部分）が、やや黄色に着色しており、コアが形成されていることが確認された。

#### 【0079】

次いで、真空条件下で、300℃にて1時間加熱することにより、光接続用組成物のイミド化を完結させた。

#### 【0080】

##### 3) 評価

次に、半導体レーザを用いて、上記接続構造の接続損失を求めた。接続損失は、図5が参照されるように、波長1.55μm (5mW) のレーザ光を、半導体レーザから発光し、集光レンズを介して、シングルモード用ガラスファイバに入射させ、光接続用組成物による光接続部分を介して、マルチモード用ガラスファイバから出射させ、その出射された光を、赤外用ディテクタ（フォトダイオード）で検出することにより求めた。その結果を下記に示す。

#### 【0081】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 μm	0.2 dB
500 μm	0.4 dB
1000 μm	0.9 dB

1500  $\mu$ m

1. 4 dB

## 比較例 1

1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンを加えない以外は、実施例1と同様の操作により、光接続用組成物を調製して、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0082】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	1. 2 dB
500 $\mu$ m	2. 2 dB
1000 $\mu$ m	5. 7 dB
1500 $\mu$ m	9. 8 dB

## 比較例 2

光接続用組成物を用いて光接続せず、各ガラスファイバの間が空気とされている状態で、実施例1と同様に接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0083】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	2. 3 dB
500 $\mu$ m	9. 5 dB
1000 $\mu$ m	18. 0 dB
1500 $\mu$ m	20. 0 dB以上 (測定不可)

## 実施例 2

## 1) 光接続用組成物の調製

窒素雰囲気下、500mL容量のセパラブルフラスコに、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニル16. 0 g (0. 05モル)と、N, N-ジメチルアセトアミド152. 8 gとを加え、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)-4, 4'-ジアミノビフェニルをN, N-ジメチルアセトアミドに溶解させた。

## 【0084】

次いで、この溶液に、攪拌下、2, 2-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物22.2 g (0.05モル)を加え、室温で24時間攪拌して、ポリアミド酸の溶液を得た。

#### 【0085】

その後、この溶液を、N, N-ジメチルアセトアミドにて固形分濃度が10重量%となるように希釈し、この希釈溶液に、ポリアミド酸のカルボン酸に対して1.2倍当量のピリジンおよび無水酢酸を加えて、ポリアミド酸を化学的にイミド化した。沈殿したポリイミドの固形物を大量の水、イソプロピルアルコールと段階的に洗浄濾過し、65℃で減圧乾燥することにより、白色フレーク状のポリイミドを得た。

#### 【0086】

次いで、得られたポリイミドを、N, N-ジメチルアセトアミドにて固形分濃度が20重量%となるように調製し、さらに、この溶液に、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンを、ポリアミド酸(固形分)100重量部に対して5重量部となるように加え、溶液として調製されるポリイミドの光接続用組成物を得た。

#### 【0087】

##### 2) 光ファイバ間の接続

次に、図2に示すV溝基板 (V溝長さ20mm、V溝角度60° 合成石英製) を用意し、このV溝基板に、125μm径のシングルモード用ガラスファイバ(コア径9: 5μm)と、マルチモード用ガラスファイバ(コア径50.0μm)とを、それらの間隔が、100μm、500μm、1000μmおよび1500μmとなるようにそれぞれ対向配置して、その間隔を埋めるように上記で得られた光接続用組成物を滴下した。

#### 【0088】

その後、100℃にて20分間予備乾燥した後、波長約490nmのレーザ光を、集光レンズを介して5分間、シングルモード用ガラスファイバから入射し、光接続用組成物を介してマルチモード用ガラスファイバから出射するように、照射した。

## 【0089】

レーザ照射中に、実体顕微鏡を用いて各ガラスファイバの対向部を観察したところ、シングルモード用ガラスファイバのコアの光出射端から青色の直線ビームが発光され、光接続用組成物を伝搬してマルチモード用ガラスファイバのコアの光入射端に、光が拡散することなしに入射していることが確認された。

## 【0090】

その後、180℃で10分間加熱し、次いで、真空条件下で、220℃にて1時間加熱することにより、光接続用組成物中の1,4-ジヒドロピリジン誘導体および残留溶媒を除去した。

## 【0091】

## 3) 評価

次に、半導体レーザを用いて、実施例1と同様の操作により、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0092】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	0.4 dB
500 $\mu$ m	0.7 dB
1000 $\mu$ m	1.2 dB
1500 $\mu$ m	2.0 dB

## 実施例3

互いに光接続されるガラスファイバとして、両方ともマルチモード用ガラスファイバを用いた以外は、実施例1と同様の操作により、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0093】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	0.3 dB
500 $\mu$ m	0.5 dB
1000 $\mu$ m	1.1 dB
1500 $\mu$ m	1.7 dB

## 実施例4

1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンを、ポリアミド酸（固体分）100重量部に対して10重量部加えた以外は、実施例1と同様の操作により、光接続用組成物を調製して、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0094】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu\text{m}$	0.3 dB
500 $\mu\text{m}$	0.4 dB
1000 $\mu\text{m}$	1.2 dB
1500 $\mu\text{m}$	1.9 dB

## 実施例5

互いに光接続されるガラスファイバとして、両方ともシングルモード用ガラスファイバを用い、各ガラスファイバの間の間隔を、10  $\mu\text{m}$ 、30  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ となるようにそれぞれ対向配置した以外は、実施例1と同様の操作により、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0095】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
10 $\mu\text{m}$	0.4 dB
30 $\mu\text{m}$	0.5 dB
50 $\mu\text{m}$	0.8 dB

## 比較例3

1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンを加えない以外は、実施例5と同様の操作により、光接続用組成物を調製して、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0096】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
--------------	------

10 $\mu$ m	1. 3 dB
30 $\mu$ m	2. 5 dB
50 $\mu$ m	5. 8 dB

## 実施例 6

1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンを、2, 6-ジメチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジンに変更した以外は、実施例 1 と同様の操作により、光接続用組成物を調製して、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

## 【0097】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	0. 2 dB
500 $\mu$ m	0. 4 dB
1000 $\mu$ m	0. 8 dB
1500 $\mu$ m	1. 5 dB

## 実施例 7

窒素雰囲気下、500 mL 容量のセパラブルフラスコに、4, 4' - オキシジアニリン 10. 0 g (0. 05 モル) と、N, N-ジメチルアセトアミド 118. 5 g とを加え、4, 4' - オキシジアニリンを N, N-ジメチルアセトアミドに溶解させた。

## 【0098】

次いで、この溶液に、攪拌下、ピロメリット酸二無水物 10. 9 g (0. 05 モル) を加え、室温で 24 時間攪拌して、ポリアミド酸の溶液を得た。

## 【0099】

この溶液に、1-エチル-3, 5-ジメトキシカルボニル-4-(2-ニトロフェニル)-1, 4-ジヒドロピリジン 2. 09 g (ポリアミド酸 (固形分) 100 重量部に対して 10 重量部) を加え、溶液として調製されるポリアミド酸の光接続用組成物を得た。

## 【0100】

その後、実施例1と同様の操作により、各ガラスファイバ間を光接続した後、接続損失を求めた。その結果を下記に示す。

【0101】

各ガラスファイバ間の間隔	接続損失
100 $\mu$ m	0.3 dB
500 $\mu$ m	0.5 dB
1000 $\mu$ m	1.2 dB
1500 $\mu$ m	1.7 dB

【発明の効果】

本発明の光導波路の製造方法によると、光導波路を自己形成するための処方を厳密に選定しなくとも、1,4-ジヒドロピリジン誘導体を樹脂に配合して光接続用組成物を調製すれば、その後に1,4-ジヒドロピリジン誘導体を除去するのみで、光路が形成された部分とそれ以外の部分とに、容易に屈折率差を得ることができ、簡易かつ確実に光導波路を形成することができる。その結果、簡易な処方により少ない工数で、複数の光デバイスの間を光導波路によって、確実に光接続することができる。そのため、この方法によって接続される本発明の光デバイスの接続構造では、低コストで、簡易かつ確実に接続構造を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光導波路の製造方法の一実施形態を示す工程図であって、

- (a) は、互いに接続すべき第1光デバイスと第2光デバイスとを、光路方向に所定の間隔を隔てて対向配置する工程、
- (b) は、第1光デバイスと第2光デバイスとの間に、光接続用組成物を配置する工程、
- (c) は、光を、第1光デバイスの光出射端から光接続用組成物を介して第2光デバイスの光入射端に導く工程、
- (d) は、1,4-ジヒドロピリジン誘導体の除去により、光接続用組成物において、光路が形成された部分がより屈折率の高いコアとなり、光路が形成された

部分以外がより屈折率の低いクラッドとなる光導波路が形成される工程を示す。

【図2】

本発明の光導波路の製造方法において、V溝基板を用いてアライメントする方法の一実施形態を示す工程図であって、

- (a) は、V溝基板を用意する工程、
- (b) は、V溝基板の溝内に、第1光デバイスと第2光デバイスとを、所定の間隔を隔てて対向配置する工程、
- (c) は、V溝基板の溝内に配置された第1光デバイスと第2光デバイスとの間の隙間に、溶液として調製された光接続用組成物を滴下する工程を示す。

【図3】

本発明の光導波路の製造方法において、複数の光デバイスの間に光接続用組成物を介する光路が形成される過程を示す説明図であって、

- (a) は、光が光接続用組成に入射される状態、
- (b) は、光が光接続用組成中を伝搬している状態、
- (c) は、光が光接続用組成を通過する状態を示す。

【図4】

本発明の光導波路の製造方法において、複数の光デバイスの間に光接続用組成物を介する光路を形成する工程の他の実施形態を示す工程図であって、

- (a) は、光を、第2光デバイスの光出射端から光接続用組成物を介して第1光デバイスの光入射端に導く工程、
- (b) は、光を、第1光デバイスの光出射端および第2光デバイスの光出射端からそれぞれ出射させた後、光接続用組成物中で導通させる工程、
- (c) は、光を、第1光デバイスの光出射端から射出させ、光接続用組成物中ににおいてミラーの反射によって屈曲させた後、第2光デバイスの光入射端に入射させる工程を示す。
- (d) は、光を、第1光デバイスの光出射端および第2光デバイスの光出射端からそれぞれ出射させ、ミラーによって互いの光を反射させることにより、光路を屈曲状に導通させる工程を示す。

【図5】

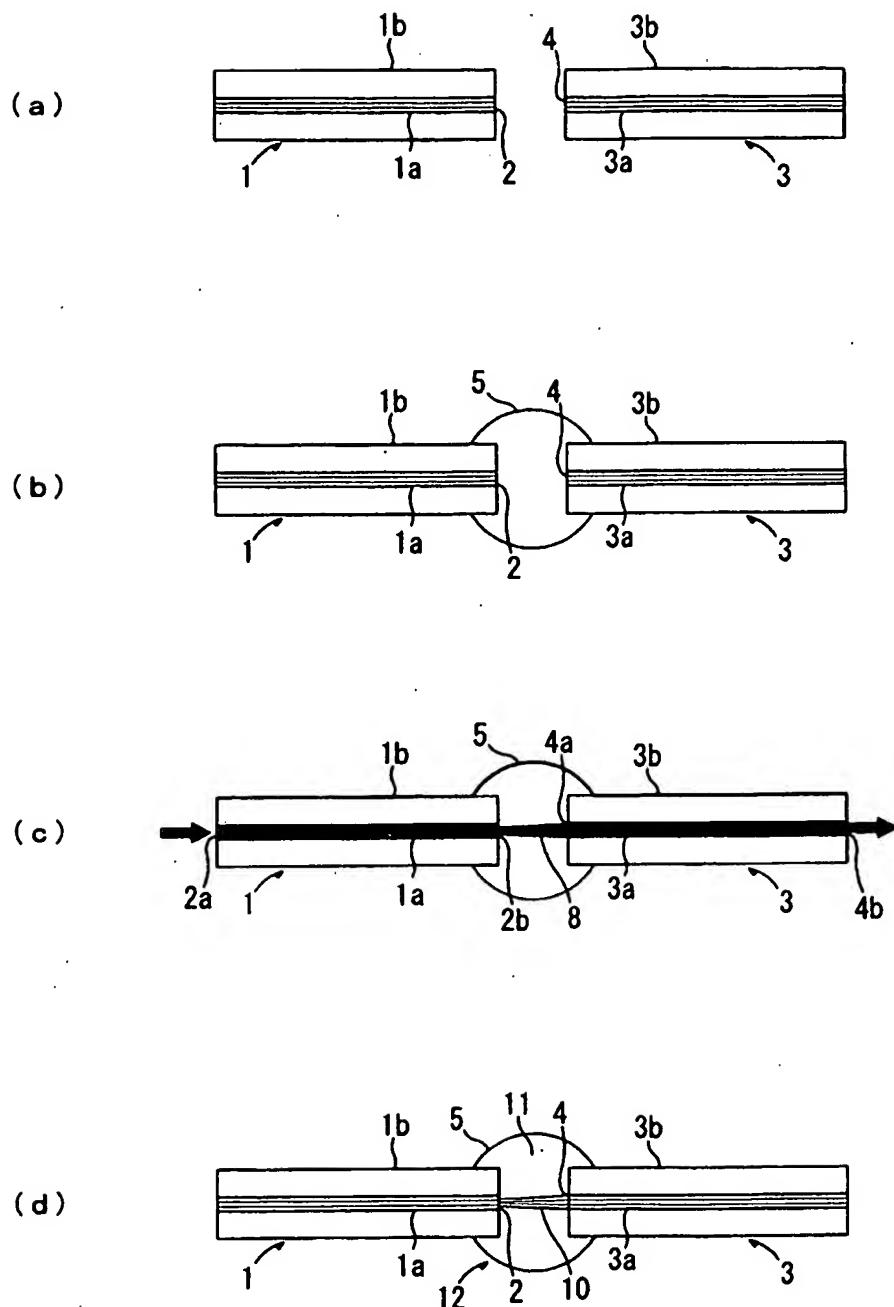
実施例および比較例において、得られた接続構造の接続損失を求めるための測定装置の概略構成図である。

【符号の説明】

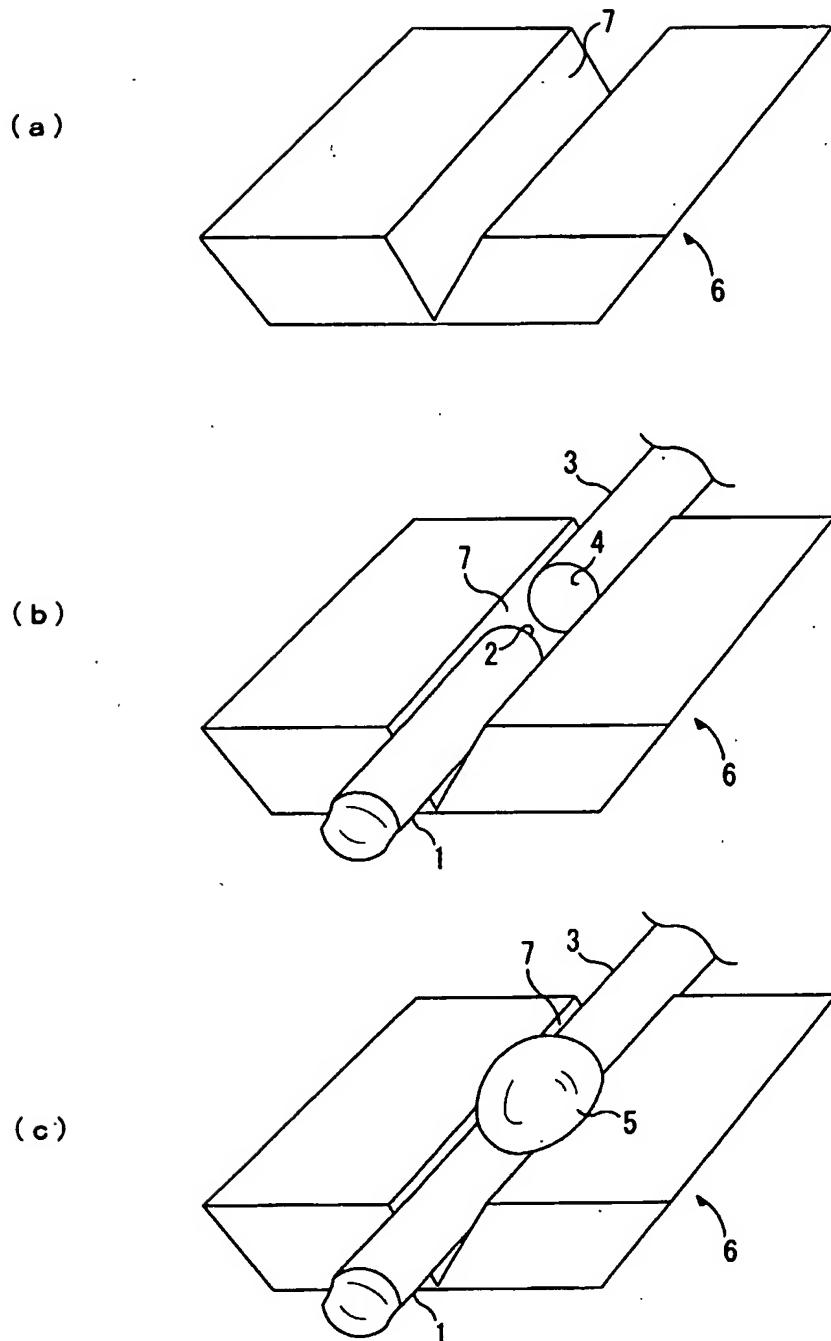
- 1 第1光デバイス
- 3 第2光デバイス
- 5 光接続用組成物
- 8 光路
- 12 光導波路

【書類名】 図面

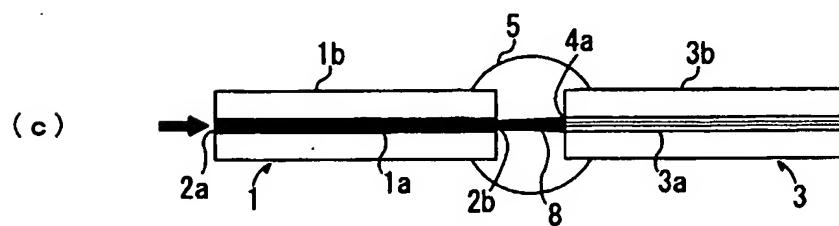
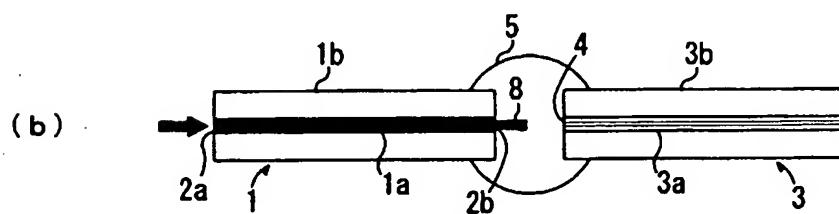
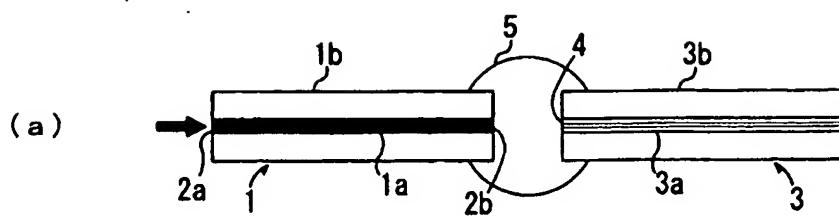
【図1】



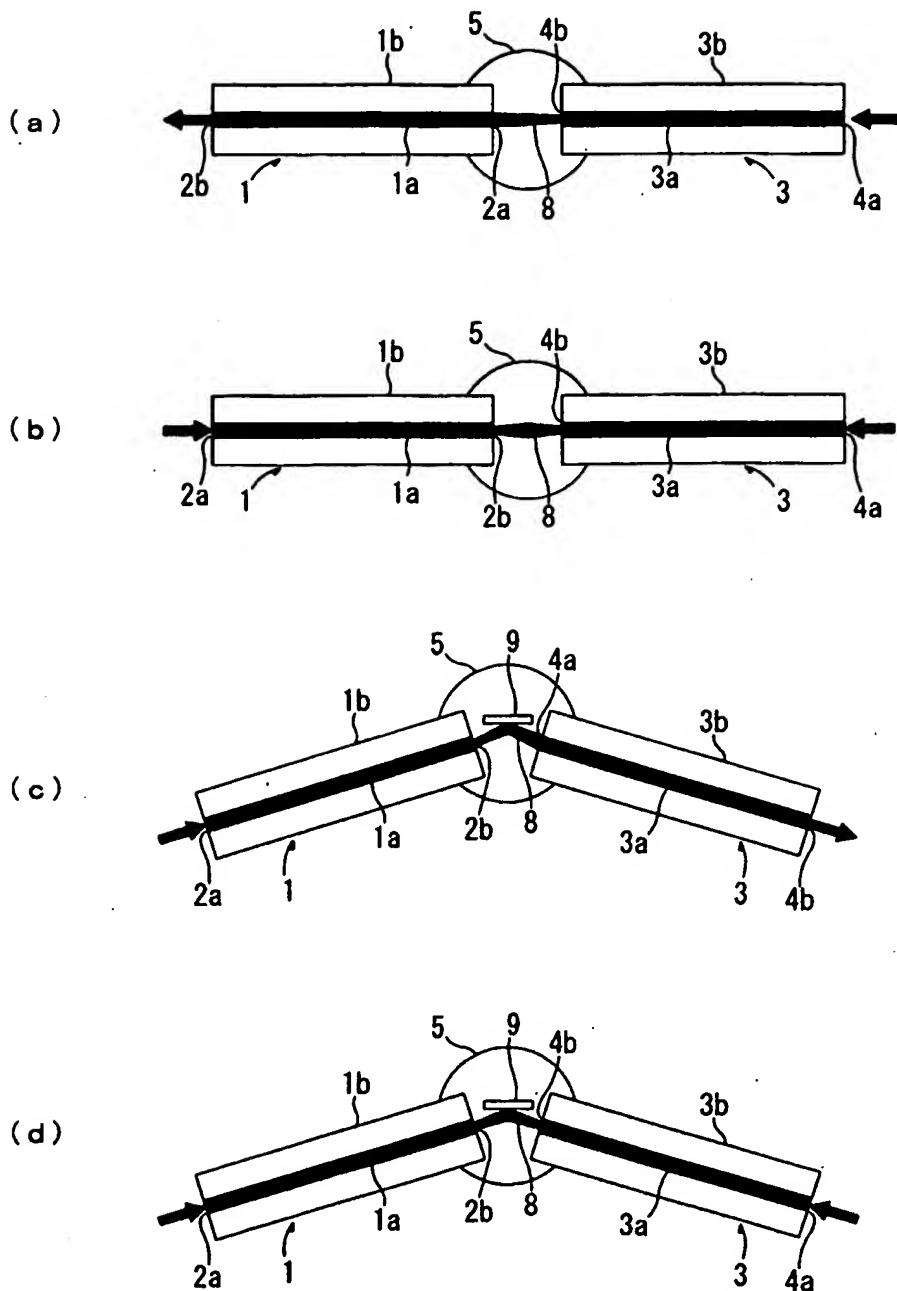
【図2】



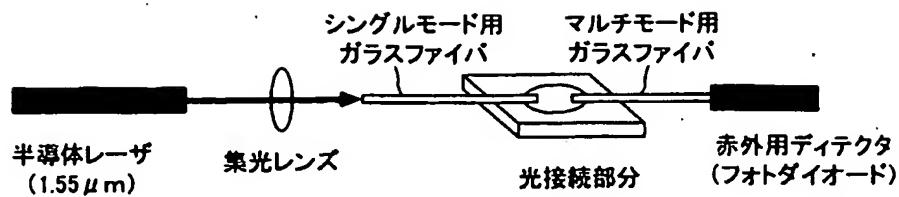
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な処方により少ない工数で、複数の光デバイスの間を接続することができる光導波路の製造方法、および、その光導波路によって接続されている光デバイスの接続構造を提供すること。

【解決手段】 第1光デバイス1と第2光デバイス3とを光路方向に所定間隔を隔てて対向配置させ、その間に、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体および樹脂を含有する光接続用組成物5を隙間が埋まるように配置する。そして、1, 4-ジヒドロピリジン誘導体の構造変化を生じさせ得る波長の光を、第1光デバイス1から光接続用組成物5を介して第2光デバイス3に導く光路8で通過させた後、光接続用組成物5から1, 4-ジヒドロピリジン誘導体を除去する。そうすると、光接続用組成物5における光路8が形成された部分がコア10、それ以外の部分がクラッド11となる光導波路12が形成される。

【選択図】 図1

特願2003-015533

出願人履歴情報

識別番号 [000003964]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号  
氏 名 日東電工株式会社